



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109613402 A
(43)申请公布日 2019.04.12

(21)申请号 201910114060.9

(22)申请日 2019.02.14

(71)申请人 福州大学

地址 350108 福建省福州市闽侯县上街镇
福州大学城学院路2号福州大学新区

(72)发明人 苏文聪 朱星宇 金涛

(74)专利代理机构 福州元创专利商标代理有限公司 35100

代理人 蔡学俊

(51)Int.Cl.

G01R 31/08(2006.01)

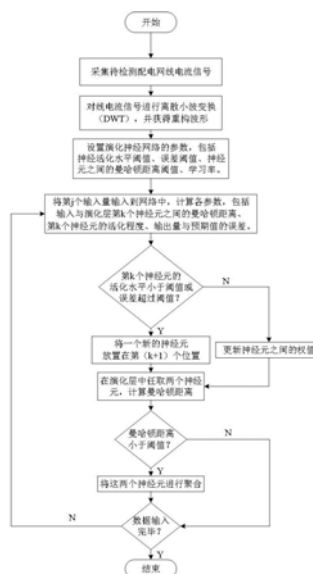
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

基于小波变换和神经网络的配电网高阻接地故障检测方法

(57)摘要

本发明涉及一种基于小波变换和神经网络的配电网高阻接地故障检测方法,当配电网发生高阻接地故障时,故障电流很小,且常常伴有电弧,普通的零序电流保护难以检测。本发明运用演化的神经网络对传统的检测方法进行改进。演化的神经网络是一种基于动态连接结构的智能系统,能够通过增量学习调整其拓扑结构以融入新信息。本发明利用离散小波变换处理故障信号,将故障信号输入演化的神经网络中,以此检测配电网的高阻接地故障。



1. 一种基于小波变换和神经网络的配电网高阻接地故障检测方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤S1:采集待检测配电网线电流信号;

步骤S2:采用db4小波作为母小波,对线电流信号进行离散小波变换,并获得重构波形;

步骤S3:设置演化的神经网络参数;

步骤S4:将重构波形作为演化的神经网络的输入量,计算输入量与演化层第k个神经元之间的曼哈顿距离、第k个神经元的活化程度以及输出量与预期值的误差;

步骤S5:若第k个神经元的活化程度小于预设阈值或输出量与预期值的误差超过预设阈值,将一个新的神经元放置在(k+1)个位置,否则更新权值;

步骤S6:计算第o个神经元与第p个神经元之间的曼哈顿距离 D_{op}^{in} 和 D_{op}^{out} ;

步骤S7:若 D_{op}^{in} 和 D_{op}^{out} 均小于阈值 D_{thr} ,则将这两个神经元进行聚合;

步骤S8:重复步骤S4-S7,直至所有输入量均处理完毕,得到演化的神经网络输出结果,并根据输出判断待检测配电网是否存在高阻接地故障。

2. 根据权利要求1基于小波变换和神经网络的配电网高阻接地故障检测方法,其特征在于:所述离散小波变换采样频率10kHz,采样时间0.5s。

3. 根据权利要求1所述的基于小波变换和神经网络的配电网高阻接地故障检测方法,其特征在于:所述演化的神经网络参数包括神经元活化水平阈值 A_{thr} 、误差阈值 E_{thr} 、两个神经元的曼哈顿距离阈值 D_{thr} 、学习率 α_1 和 α_2 。

4. 根据权利要求3所述的基于小波变换和神经网络的配电网高阻接地故障检测方法,其特征在于:所述步骤S4参数计算具体为:

第j个输入量 I_j 与演化层第k个神经元之间的曼哈顿距离为

$$D_{jk} = \sum_{i=1}^m |W_{ik} - I_j| / \sum_{i=1}^m |W_{ik} + I_j|$$

第k个神经元的活化程度 $A_k = 1 - D_{jk}$, W_{ik} 为权值;

输出量 O_1 与预期值 \hat{O}_1 的误差 $E_1 = O_1 - \hat{O}_1$ 。

5. 根据权利要求4所述的基于小波变换和神经网络的配电网高阻接地故障检测方法,其特征在于:所述步骤S5具体为:若 A_k 小于 A_{thr} 或 E_1 超过 E_{thr} ,将一个新的神经元放置在(k+1)个位置,否则更新权值 $W_{ik(t+1)} = W_{ik(t)} + \alpha_1 (I_{i(t+1)} - W_{ik(t)})$ 和 $W_{k1(t+1)} = W_{k1(t)} + \alpha_2 (A_k E_1)$ 。

6. 根据权利要求4所述的基于小波变换和神经网络的配电网高阻接地故障检测方法,其特征在于:所述 D_{op}^{in} 和 D_{op}^{out} 具体为:

$$D_{op}^{in} = \sum_{i=1}^m |W_{io} - W_{ip}| / \sum_{i=1}^m |W_{io} + W_{ip}|$$

$$D_{op}^{out} = \sum_{i=1}^m |W_{o1} - W_{p1}| / \sum_{i=1}^m |W_{o1} + W_{p1}|$$

其中 W_{io} 、 W_{ip} 、 W_{o1} 和 W_{p1} 为权值。

基于小波变换和神经网络的配电网高阻接地故障检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及配电网接地故障检测,具体涉及一种基于小波变换和神经网络的配电网高阻接地故障检测方法。

背景技术

[0002] 高阻接地故障(HIF)是指电力线路通过道路、土壤、树枝或者水泥建筑物等导电介质所发生的接地故障,可能发生在各个电压等级中,影响配电网正常运行。由于非金属导电介质的高阻抗特性,当配电网发生高阻接地故障时,故障电流很小,且常常伴有电弧,普通的零序电流保护难以检测。小电流接地系统尤其是谐振接地系统的高阻接地故障当中,弧光接地故障占很大一部分。由于空气游离的缘故,弧光接地的接地阻抗变化很大,使现有保护反复启动、恢复,可能会导致相邻线路、设备的保护越级跳闸,还会引起全系统过电压,进而损坏电气设备,使事故扩大,降低了电网的供电可靠性。线路长时间带故障运行可能使故障点温度过高,从而引发火灾,造成电气设备的永久损坏,并且接地点周围跨步电压可达到几千伏,严重威胁着电力系统稳定运行和人身安全。有效地检测高阻抗接地故障能为接下来的选线和定位提供判据,所以配电网的高阻接地故障检测十分重要。

发明内容

[0003] 有鉴于此,本发明的目的在于提供一种基于小波变换和神经网络的配电网高阻接地故障检测方法,能有效的检测到配电网高阻接地故障。

[0004] 为实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0005] 一种基于小波变换和神经网络的配电网高阻接地故障检测方法,包括以下步骤:

[0006] 步骤S1:采集待检测配电网线电流信号;

[0007] 步骤S2:采用db4小波作为母小波,对线电流信号进行离散小波变换,并获得重构波形;

[0008] 步骤S3:设置演化的神经网络参数;

[0009] 步骤S4:将重构波形作为演化的神经网络的输入量,计算输入量与演化层第k个神经元之间的曼哈顿距离、第k个神经元的活化程度以及输出量与预期值的误差;

[0010] 步骤S5:若第k个神经元的活化程度小于预设阈值或输出量与预期值的误差超过预设阈值,将一个新的神经元放置在(k+1)个位置,否则更新权值;

[0011] 步骤S6:计算第o个神经元与第p个神经元之间的曼哈顿距离 D_{op}^{in} 和 D_{op}^{out} ;

[0012] 步骤S7:若 D_{op}^{in} 和 D_{op}^{out} 均小于阈值 D_{thr} ,则将这两个神经元进行聚合;

[0013] 步骤S8:重复步骤S4-S7,直至所有输入量均处理完毕,得到演化的神经网络输出结果,并根据输出判断待检测配电网是否存在高阻接地故障。

[0014] 进一步的,所述离散小波变换采样频率10kHz,采样时间0.5s。

[0015] 进一步的,所述演化的神经网络参数包括神经元活化水平阈值 A_{thr} 、误差阈值 E_{thr} 、两个神经元的曼哈顿距离阈值 D_{thr} 、学习率 α_1 和 α_2 。

[0016] 进一步的,所述步骤S4参数计算具体为:

[0017] 第j个输入量 I_j 与演化层第k个神经元之间的曼哈顿距离为

$$[0018] \quad D_{jk} = \sum_{i=1}^m |W_{ik} - I_j| / \sum_{i=1}^m |W_{ik} + I_j|$$

[0019] 第k个神经元的活化程度 $A_k = 1 - D_{jk}$, W_{ik} 为权值;

[0020] 输出量 O_1 与预期值 \hat{O}_1 的误差 $E_1 = O_1 - \hat{O}_1$ 。

[0021] 进一步的,所述步骤S5具体为:若 A_k 小于 A_{thr} 或 E_1 超过 E_{thr} ,将一个神经元的放置在 $(k+1)$ 个位置,否则更新权值 $W_{ik(t+1)} = W_{ik(t)} + \alpha_1 (I_{i(t+1)} - W_{ik(t)})$ 和 $W_{k1(t+1)} = W_{k1(t)} + \alpha_2 (A_k E_1)$ 。

[0022] 进一步的,所述 D_{op}^{in} 和 D_{op}^{out} 具体为:

$$[0023] \quad D_{op}^{in} = \sum_{i=1}^m |W_{io} - W_{ip}| / \sum_{i=1}^m |W_{io} + W_{ip}|$$

$$[0024] \quad D_{op}^{out} = \sum_{i=1}^m |W_{o1} - W_{p1}| / \sum_{i=1}^m |W_{o1} + W_{p1}|$$

[0025] 其中 W_{io} 、 W_{ip} 、 W_{o1} 和 W_{p1} 为权值。

[0026] 本发明与现有技术相比具有以下有益效果:

[0027] 1、本发明演化的神经网络没有固定的拓扑结构,在进行数据处理之后能够在线演化为新的结构。

[0028] 2、本发明演化的神经网络能够通过增量训练而快速学习,具有良好的概括能力以及将网络模型重组为不断变化的环境的能力,其中结构和参数同时适应。

[0029] 3、本发明演化的神经网络通过在线添加和删除神经元、调整神经元的连接权的方式避免灾难性遗忘的发生,增加了配电网高阻接地故障的检测可靠性和效率。

附图说明

[0030] 图1是本发明方法流程图;

[0031] 图2是本发明实施例中演化的神经网络的结构示意图。

具体实施方式

[0032] 下面结合附图及实施例对本发明做进一步说明。

[0033] 请参照图1,本发明提供一种基于小波变换和神经网络的配电网高阻接地故障检测方法,包括以下步骤:

[0034] 步骤S1:采集待检测配电网线电流信号;

[0035] 步骤S2:采用db4小波作为母小波,对线电流信号进行离散小波变换,并获得重构波形;

[0036] 步骤S3:设置演化的神经网络参数;

[0037] 步骤S4:将重构波形作为演化的神经网络的输入量,计算输入量与演化层第k个神经元之间的曼哈顿距离、第k个神经元的活化程度以及输出量与预期值的误差;

[0038] 步骤S5:若第k个神经元的活化程度小于预设阈值或输出量与预期值的误差超过预设阈值,将一个神经元的放置在 $(k+1)$ 个位置,否则更新权值;

[0039] 步骤S6:计算第o个神经元与第p个神经元之间的曼哈顿距离 D_{op}^{in} 和 D_{op}^{out} ;

[0040] 步骤S7:若 D_{op}^{in} 和 D_{op}^{out} 均小于阈值 D_{thr} ,则将这两个神经元进行聚合;

[0041] 步骤S8:重复步骤S4-S7,直至所有输入量均处理完毕,得到演化的神经网络输出结果,并根据输出判断待检测配电网是否存在高阻接地故障。

[0042] 在本实施例中,所述离散小波变换采样频率10kHz,采样时间 0.5s。

[0043] 在本实施例中,所述演化的神经网络参数包括神经元活化水平阈值 A_{thr} 、误差阈值 E_{thr} 、两个神经元的曼哈顿距离阈值 D_{thr} 、学习率 α_1 和 α_2 。

[0044] 进一步的,所述步骤S4参数计算具体为:

[0045] 第j个输入量 I_j 与演化层第k个神经元之间的曼哈顿距离为

$$[0046] \quad D_{jk} = \sum_{i=1}^m |W_{ik} - I_j| / \sum_{i=1}^m |W_{ik} + I_j|$$

[0047] 第k个神经元的活化程度 $A_k = 1 - D_{jk}$, W_{ik} 为权值;

[0048] 输出量 O_1 与预期值 \hat{O}_1 的误差 $E_1 = O_1 - \hat{O}_1$ 。

[0049] 在本实施例中,所述步骤S5具体为:若 A_k 小于 A_{thr} 或 E_1 超过 E_{thr} ,将一个新的神经元放置在 $(k+1)$ 个位置,否则更新权值 $W_{ik(t+1)} = W_{ik(t)} + \alpha_1 (I_{i(t+1)} - W_{ik(t)})$ 和 $W_{k1(t+1)} = W_{k1(t)} + \alpha_2 (A_k E_1)$ 。

[0050] 在本实施例中,所述 D_{op}^{in} 和 D_{op}^{out} 具体为:

$$[0051] \quad D_{op}^{in} = \sum_{i=1}^m |W_{io} - W_{ip}| / \sum_{i=1}^m |W_{io} + W_{ip}|$$

$$[0052] \quad D_{op}^{out} = \sum_{i=1}^m |W_{oi} - W_{pi}| / \sum_{i=1}^m |W_{oi} + W_{pi}|$$

[0053] 其中 W_{io} 、 W_{ip} 、 W_{oi} 和 W_{pi} 为权值。

[0054] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,凡依本发明申请专利范围所做的均等变化与修饰,皆应属本发明的涵盖范围。

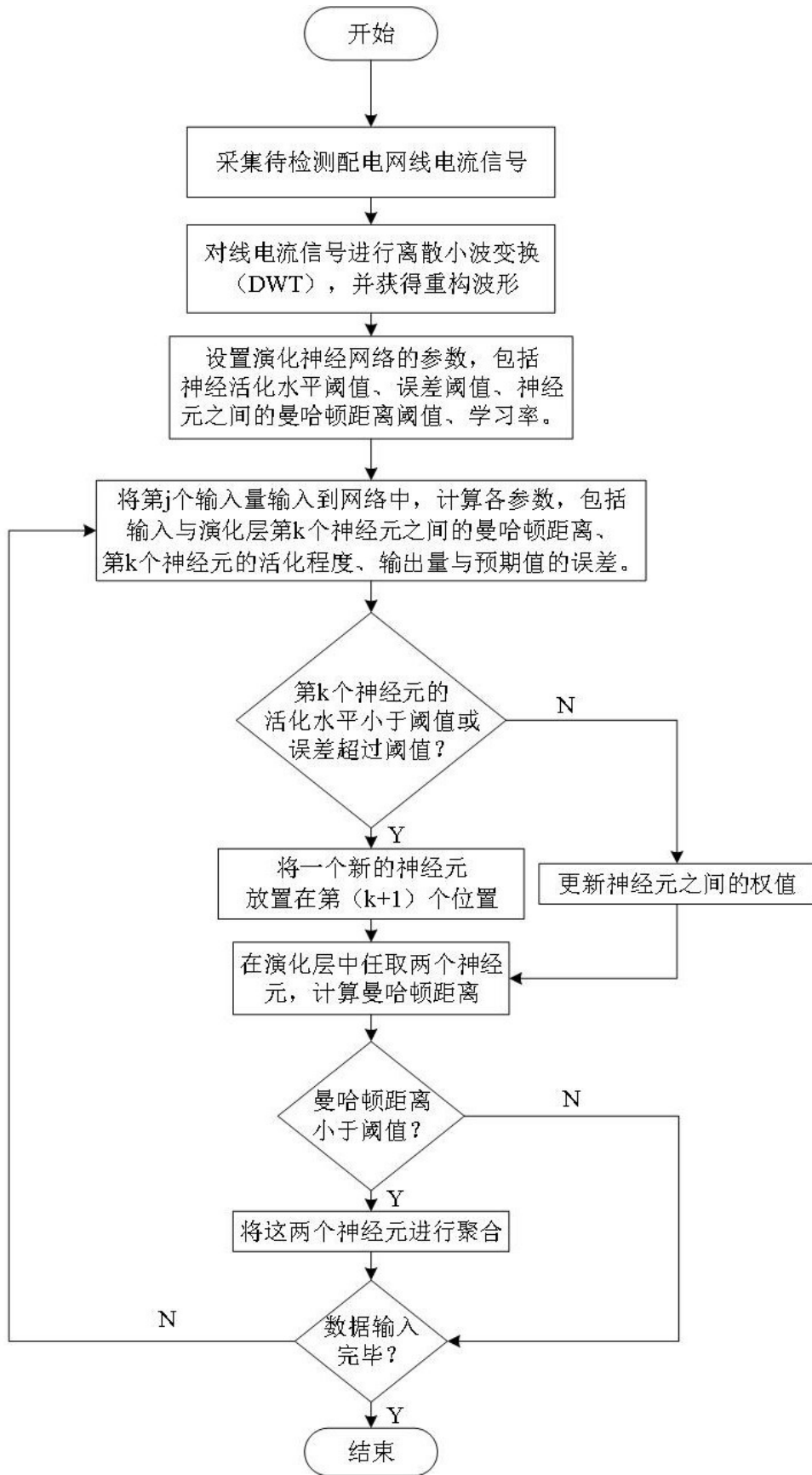


图1

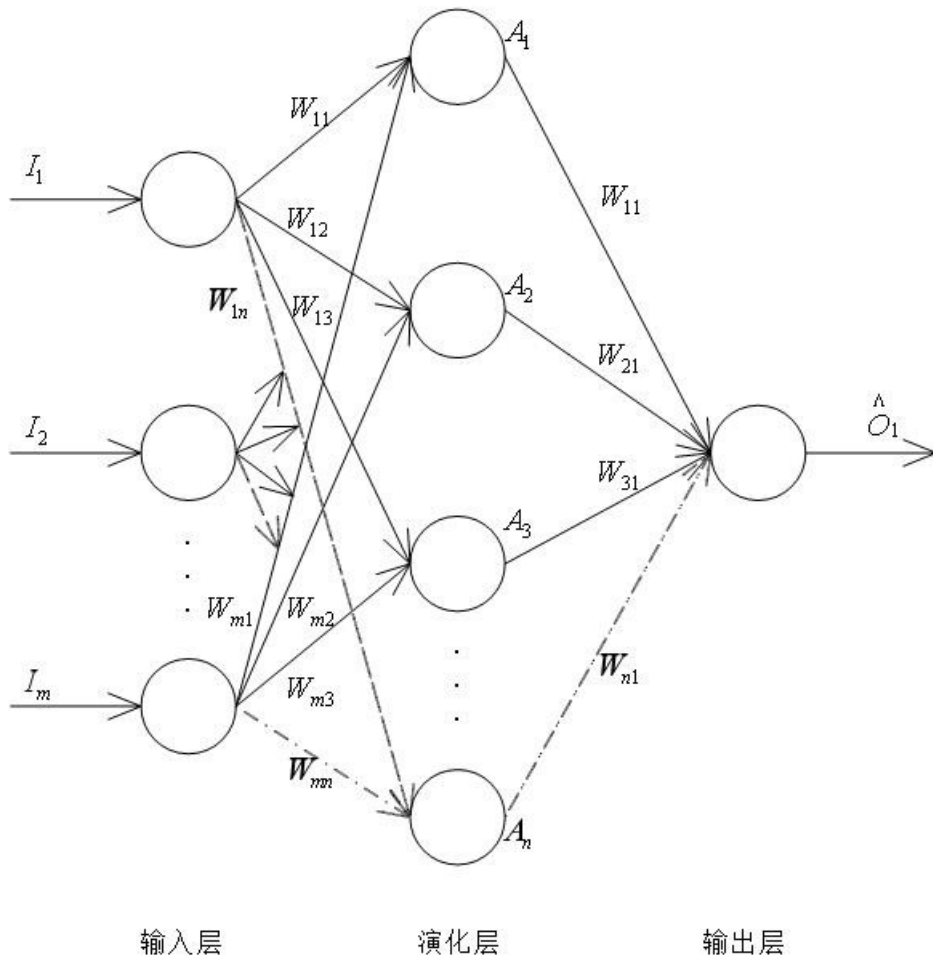


图2